



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# NÁVRH TECHNOLOGIE PRO BRZDU MOTOCYKLU

TECHNOLOGICAL DESIGN FOR A MOTORCYCLE BRAKE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Lukáš SMÍLEK

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Lukáš Smílek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Návrh technologie pro brzdu motocyklu**

v anglickém jazyce:

### **Technological Design for a Motorcycle Brake**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Brzdové systémy motocyklů.
2. Představení vybrané součásti.
3. Technologický proces.
4. Sestavení NC programu.
5. Ověření návrhu v 3D softwaru.
6. Technicko-ekonomické zhodnocení.
7. Diskuze.
8. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Zpracování technologie výroby specifické součásti na úrovni dokumentace TPV. Znalost programování CNC strojů. Znalost práce s 3D softwary.



Seznam odborné literatury:

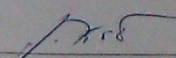
1. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
3. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
5. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

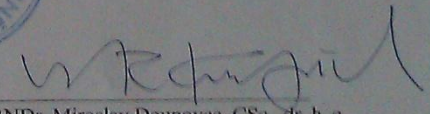
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 22.11.2013



  
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan

**ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá technologickým návrhem součástí pro bubnovou brzdu motocyklu. V úvodu práce je uvedena historie vývoje brzdných systémů a jejich záhlavní rozdělení. Dokumentace výroby obsahuje technologický proces, sestavení NC programu, návrh v 3D softwaru a technicko-ekonomické zhodnocení.

**Klíčová slova**

Bubnová-kotoučová brzda, mechanická-kapalinová brzda, polotovary, odlitek, břitové destičky, CNC stroj.

**ABSTRACT**

This thesis deals with the design of technological components for drum brake motorcycle. The introduction deals with the history of development of braking systems and their basic distribution. The documentation includes technological production process, the building of NC program in 3D design software and technical-economic evaluation.

**Keywords**

Drum-disc brake, mechanical-hydraulic brakes, semi-casting, inserts, CNC machine.

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

SMÍLEK, Lukáš. *Návrh technologie pro brzdu motocyklu*. Brno 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 45 s. 10 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Návrh technologie pro brzdu motocyklu** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....  
Datum

\_\_\_\_\_  
Lukáš Smílek

**PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto zaměstnancům VUT Brno Ing. Milanu Kalivodovi, prof. Ing. Miroslavu Píškovi, CSc., za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce, dále bych chtěl poděkovat firmě TECNOTRADE obráběcí stroje, s. r. o za praktické rady.

## OBSAH

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 BRZDOVÉ SYSTÉMY MOTOCYKLŮ .....	9
1.1 Vývoj brzdových systému motocyklů.....	9
1.2 Bubnové brzdy .....	10
1.3 Kotoučové brzdy .....	12
2 BRZDNÝ SYSTÉM JAWA 50 TYP 23 A MUSTANG.....	14
2.1 Jawa 50 typ 23 A Mustang.....	14
2.2 Bubnová brzda Jawa 50 typ 23A .....	14
2.3 Představení součástí určených pro výrobu .....	15
3 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR .....	17
3.3 Technologický rozbor-Brzdný štít .....	17
3.4 Technologický rozbor- Brzdový klíč.....	20
3.5 Technologický rozbor- Vodící čep.....	26
3.6 Technologický rozbor- Čep pro uchycení brzdy k rámu.....	26
4 TECHNOLOGIE VÝROBY .....	26
4.1 Technologie výroby- Brzdový štít .....	26
4.2 Technologie výroby- Brzdový klíč .....	30
4.3 Technologie výroby- Vodící čep.....	33
4.4 Technologie výroby- Čep pro uchycení brzdy k rámu.....	34
5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....	36
5.1 Náklady na polotovary .....	36
5.2 Náklady na pořízení strojů a nástrojů.....	38
5.3 Náklady na provoz stroje .....	41
6 DISKUZE .....	42
ZÁVĚR .....	42
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	43
SEZNAM PŘÍLOH.....	45

## ÚVOD

Hlavním cílem této bakalářské práce je sestavení technologického návrhu výroby bubnové brzdy pro motocykl (Obr. ). Konkrétně se jedná o Jawa 50 typ 23 rok 1970. Model můžeme tedy zařadit mezi veterány. U takto starých motocyklů a automobilů se často vyskytuje problém s nedostatkem náhradních dílů. Naskýtají se dvě možnosti řešení. Buď využijeme díl již použitý, který je v lepším stavu, nebo lze se obrátit na firmy specializované na výrobu náhradních dílů pro veterány. V případě poruchy v brzdovém systému, který patří k nejdůležitějším prvkům vozidel, je vhodnější druhá varianta.

Toto téma jsem si zvolil, protože se zabývám renovací motocyklu a automobilů, a tudíž musím řešit tento problém s náhradními díly velice často. Technologický návrh jsem sestavil pro součásti brzdového systému, který nejvíce trpí opotřebením a má výrazný vliv na správnou funkci brzdy. Práce obsahuje v přílohách i vygenerovaný NC pomocí programu HSMWorks.



**Obr. 1 Bubnová brzda Jawa 23**



# 1 BRZDOVÉ SYSTÉMY MOTOCYKLŮ

## 1.1 Vývoj brzdových systému motocyklů

Vývoj motocyklových systému je velice úzce spjat s vývojem brzdných systémů automobilů. Od brzd je požadováno, aby zastavily vozidlo na nejkratší dráze a přitom neovlivňovaly jízdní vlastnosti vozidla. První motocykl poháněný spalovacím motorem byl postaven v roce 1885 Gottliebem Daimlerem a Wilhelmem Maybachem (Obr. )



Obr. 2 První motocykl Daimlera a Maybacha.

Na tomto motocyklu byla použita špalíková brzda. Špalíková brzda je zařízení, kde brzdný účinek vzniká přitlačením brzdového špalíku na povrch pohybujícího se dílu, v našem případě kola. Nevýhodou špalíkové brzdy je kolísavý brzdný účinek. U většiny dalších motokol se používaly ráfkové brzdy, jako u dnešních kol.

Jak se neustále zvyšoval výkon motorů motocyklů, začínaly být tyto typy brzd nedostačující. Nejvhodnějším řešením se ukázalo použití mechanických bubnových brzd na obou kolech, jako je použito u motocyklu Triumph 1930 B204 350 ccm Sport (obr. 3). Ale vývoj motocyklů dále pokračoval, výkony motorů motocyklů nebývale rostly. To kladlo obrovské nároky na podvozky a zejména na brzdy, které neodpovídaly tehdejšímu výkonům motorů.



Obr. 3 Triumph 1930 B204 350 ccm Sport

Východiskem bylo použití kapalinové kotoučové brzdy. První sériový motocykl s kotoučovou brzdou uvedla na trh japonská firma Honda u motocyklu Honda CB 450 K1 v roce 1968 (obr. 4) Tento motocykl měl výkon 42k a dosahoval max. rychlosti 169 km/h, zadní brzda byla bubnová a vepředu byl použit kotouč. Toto uspořádání se používá u

menších kubatur dodnes, kombinuje spolehlivost a jednoduchost brzdy bubnové s vysokými brzdnými účinky brzdy kotoučové.



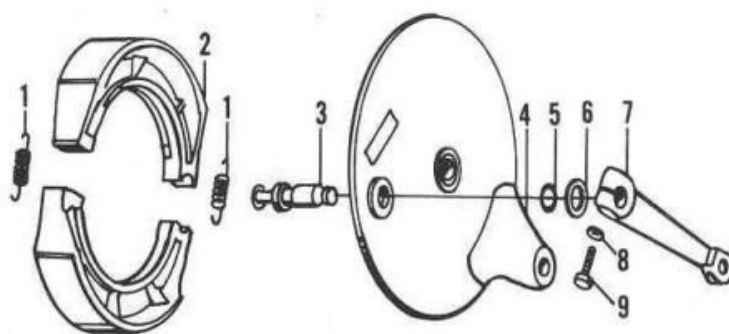
**Obr. 4 Honda CB 450 K1**

U motocyklu o velkém objemu a výkonu se dnes používá dvojkotoučová brzda na předním kole a jednoduchá na zadním, tak jak je to použito například u motocyklu Yamaha FZ 6 2004.

## **1.2 Bubnové brzdy**

Použití mechanických bubnových brzd je již na ústupu. I přesto mají svoje výhody. Bubnové brzdy mají uzavřenou konstrukci, díky níž nedochází k znečištění brzdných ploch (obr. 5). Další výhodou je delší životnost třecího obložení než u kotoučových brzd. Proto jsou používány na zadních kolech. Čelisti a ovládací mechanismus bubnové brzdy je uchycen na štítu brzdy. Brzdové čelisti potom působí na brzdový buben, který je součástí náboje kola a otáčí se s kolem. Při brzdění se brzdové čelisti rozevírají a tlačí vnitřní stěnu bubnu, mezi bubnem a čelistmi vzniká tření, to má za následek zpomalení kola nebo úplné zastavení.

Bubnové brzdy máme jednočinné (simplex) a dvojčinné (duplex). Konstrukčně nejjednodušší jsou jednočinné brzdy (obr. 6). Tyto brzdy mají malou brzdnou sílu, proto se využívají zejména u malých motocyklů nebo jako zadní brzda u těžších motocyklů. U brzdových čelistí typu simplex rozlišujeme úběžnou a náběžnou brzdovou čelist. Náběžná čelist je ta, která se na brzdový buben přitlačuje předním koncem proti směru otáčení bubnu. U motocyklů jsou bubnové brzdy ovládány pomocí ocelových lanek a táhel. Při zmáčknutí páčky brzdy se pohyb páčky přenesení na páku spojenou s hřídelem, na které je vačka. Vačka se pootočí a tím odtlačí brzdové čelisti od sebe. Obložení brzdových čelistí se přitlačí na vnitřní stranu bubnu a to má za následek brzdění.



- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| 1. Vratná pružina  | 6. Prachovka  |
| 2. Brzdová čelist  | 7. Páka brzdy |
| 3. Excentrický čep | 8. Podložka   |
| 4. Brzdový štít    | 9. Šroub      |
| 5. O - kroužek     |               |

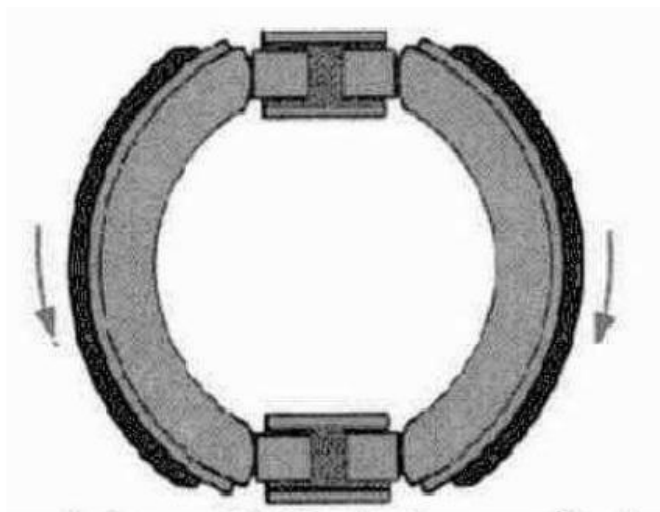
Obr. 5 Bubnová brzda

Oproti dvojčinným bubnovým brzdám mají jednočinné brzdy pouze jednu náběžnou brzdovou plochu. Tyto brzdy jsou ovládány pouze jednou otočnou vačkou a brzdové čelisti se otáčejí kolem společného čepu. Aby docházelo mezi brzdovými čelistmi a vnitřní stranou bubnu ke tření, jsou na brzdových čelistích přilepena nebo přinýtovaná obložení. Brzdy mají vratné pružiny, které slouží k tomu, aby se brzdové čelisti vrátily zpět po uvolnění brzdové páčky.



Obr. 6 Jednočinná brzda (Simplex)

U dvojčinných brzd jsou dvě otočné vačky, které roztahují a přitlačují brzdové čelisti (obr. 7). Díky tomu je dvojčinná brzda účinnější než jednočinná, protože brzdové obložení je přitlačováno větší plochou. Nevýhodou bubnových brzd je oproti kotoučovým brzdám nižší účinnost a díky uzavřené konstrukci rychlé přehřívání při intenzivnějším brzdění, to má za následek deformaci brzdových čelistí.

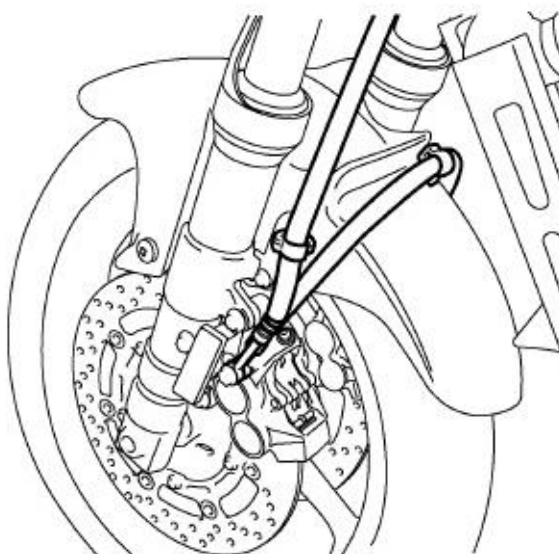


Obr. 7 Dvojčinná brzda (Duplex)

### 1.3 Kotoučové brzdy

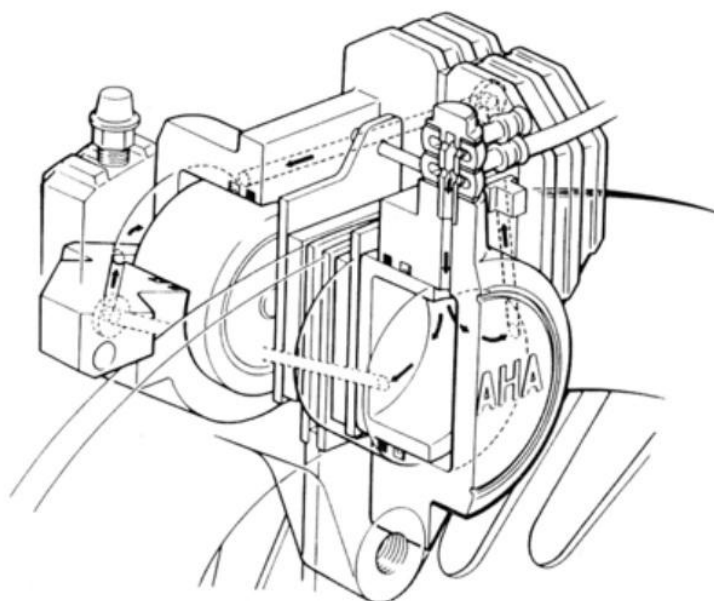
Kotoučové brzdy se u motocyklů používají nejčastěji. Brzdový kotouč je připevněn na náboji kola a otáčí se s ním (obr. 8). Brzdové kotouče mohou být hladké nebo drážkované. Drážky slouží ke zmenšení hmotnosti a k odvodu vody. Brzdové třmeny jsou upevněny s vidlicí u předních brzd nebo s kyvným rámem u brzd zadních. Ve třmenu jsou uloženy brzdové destičky.

Při brzdění se destičky ze stran přitlačují k brzdovému kotouči. Ve třmenech jsou pístky, které přitlačují destičky (obr. 9). U motocyklů jsou pístky ovládané hydraulicky. Brzdová kapalina přenáší tlak z brzdového válce do třmenu, ve kterém vytlačí pístky. Kapalina je vedena pryžovými hadicemi a systém je opatřen vyrovnávací nádobkou. Při vrácení brzdové páčky se vysaje podtlak vytvořený vytlačením brzdové kapaliny z vyrovnávací nádobky brzdovou kapalinu z brzdového třmenu zpět. Celý brzdový systém je opatřen těsnícími kroužky, aby nedocházelo k úniku kapaliny a tím ztrátu tlaku v systému.



**Obr. 8 Přední kotoučová brzda**

Kotoučové brzdy mají menší sklon takzvaně vadnout, to znamená, že mají velkou tepelnou odolnost. Také jsou jednotlivé součásti málo citlivé na teplotní roztažnost. Jejich otevřená konstrukce umožňuje dobré chlazení proudem vzduchu při jízdě a snadnou údržbu. Ale otevřená konstrukce má také nevýhody. Celý brzdový systém je vystaven nečistotám z okolí a mechanickým poškozením, například odlétajícímu kamení. U motocyklů se používají jednokotoučové nebo dvukotoučové brzdy. Podle způsobu ovládání jsou kotoučové brzdy s pevným brzdovým třmenem, plovoucím brzdovým třmenem, výkyvným brzdovým třmenem nebo otočným brzdovým třmenem.



**Obr. 9 Brzdový třmen s dvěma pístky**

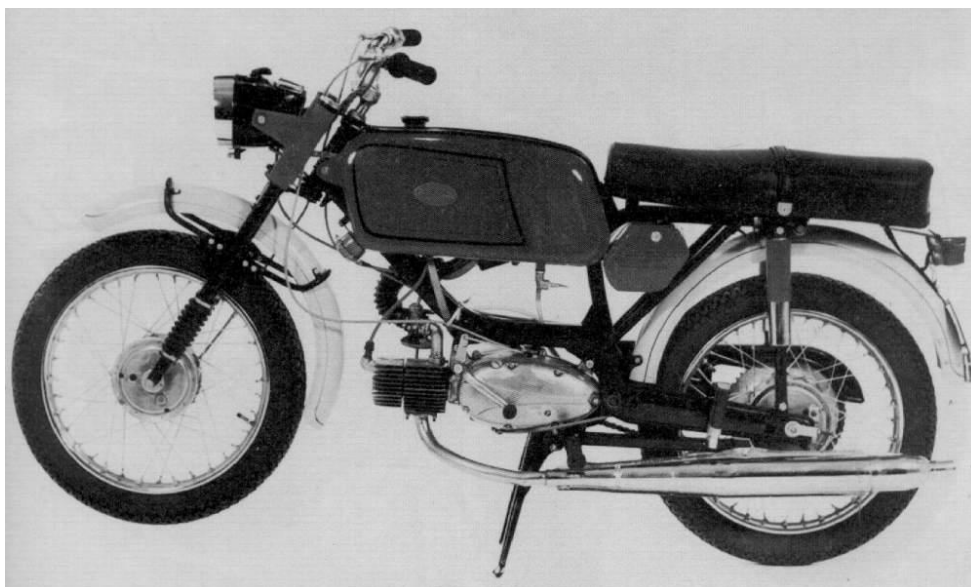
## 2 BRZDNÝ SYSTÉM JAWA 50 TYP 23 A MUSTANG

Tato část se zaměřuje na stručné představení motocyklu Jawa a jednotlivých součástí brzdného systému, pro který je sestaven technologický proces.

### 2.1 Jawa 50 typ 23 A Mustang

Nejprve se uvažovalo pouze o výrobě na vývoz do západních zemí. První motocykly řady A byly vyrobeny v roce 1968 a na trh se dostaly na přelomu roku 69-70. Typ B se vyráběl až do roku 1982. Tento model byl konstrukčně odvozen od typu 20 a 21. S těmito typy sdílel rám i motor, ale karoserie byla jiná. Na vývoji se podílela italská firma Italemma.

Motocykl byl poháněn dvoutaktním vzduchem chlazeným motorem o obsahu 49,9 ccm. Výkon motoru byl 2,6 kW při 6500 ot. za min. Maximální rychlost byla 65 km/h. Motocykl měl bubnové brzdy na obou kolech. Zajímavostí bylo, že kola i s brzdým mechanismem byla zaměnitelná. Takže bylo možné kdykoliv vyměnit přední kolo za zadní. Typ 23 používal brzdy typu simplex, tedy jednočinnou.



Obr. 10 Jawa 50 typ 23A Mustang

### 2.2 Bubnová brzda Jawa 50 typ 23A

Jawa 50 byla koncipován jako lidový stroj, a tudíž tomu musela odpovídat i její konstrukce. Proto byly použity bubnové brzdy typu simplex vpředu i vzadu. Údržba a oprava brzd byla velice snadná. Brzdy byly ovládány mechanicky lankem. Jak jsem se již zmínil, bylo možné vzájemně zaměnit kola i brzdové štíty. Brzdový mechanismus se skládá s bubnu, který je součástí kola, dále brzdového štítu. V brzdovém štítu jsou vloženy brzdové čelisti, ty jsou spojeny dvěma pružinami. Dále je v brzdovém štítu takzvaný klíč, což je součástka, která je mezi brzdovými čelistmi a umožňuje jejich rozevření.



### 2.3 Představení součástí určených pro výrobu

V této podkapitole uvedu jednotlivé součásti brzdového systému (obr. 11), pro který jsem zpracoval technologický postup.



Obr. 11 Brzdňý systém Jawa 50

#### Brzdový štít

V brzdňém štítu (obr. 12) je upevněn celý brzdňý systém. Proto je tato součást klíčová pro správnou funkci brzdy. Součást je odlita slitinou Al. Do součásti jsou vlisovány dva ocelové čepy. Jeden čep slouží jako vodící pro brzdové čelisti a druhý je pro aretaci brzdového štítu k vidlici motocyklu. Pro tyto čepy jsem vytvořil také technologický postup.



Obr. 12 Brzdový štít Jawa 50

### Brzdový klíč

Tato součást (obr. 13) slouží k roztahování a stahování brzdových čelistí. Při zmáčknutí brzdové páčky se síla přenese pomocí lanka k páce a ta pootočí klíčem. Klíč se pootočí a tím se brzdové čelisti přitlačí k bubnu.



Obr. 13 Brzdový klíč Jawa 50. Na obrázku je vidět značné opotřebení klíče.

### Čep pro uchycení brzdy k rámu

Součást slouží k aretaci brzdovému štítu k rámu. To znamená, že brzdový štít se při brzdění neotáčí spolu s kolem.

### Vodící čep

Kolem vodícího čepu se brzdové čelisti rozevírají.

### 3 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR

Tato kapitola se zabývá technologickým rozбором, ve kterém je obsažena volba polotovaru součásti, volba strojů a nástrojů vhodných pro jednotlivé součásti. U každé součásti je brán v potaz materiál, ze kterého je součást vyrobena. To má vliv na volbu nástrojů, řezných podmínek. Technologický rozbor je stanoven pro sériovost 1000 ks za rok.

#### 3.3 Technologický rozbor-Brzdný štít

##### Polotovar součásti

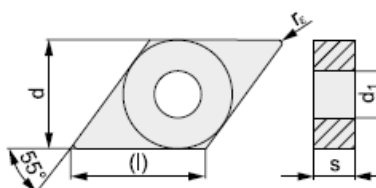
Polotovar této součásti je pravděpodobně odlit gravitačním litím do kovových forem slitinou Al-Si silumin 4,5 – 22 % hm. Si.

##### Obráběcí operace

- 1) Soustružení
- 2) Vyvrtávání a vystružení otvorů

##### Nástroje soustružení

Pro soustružení je zvolen nástroj od Pramet Tools, VBD DNMA 150404 (obr. 14) a držák DDJNR 2020 K11 (obr. 15).



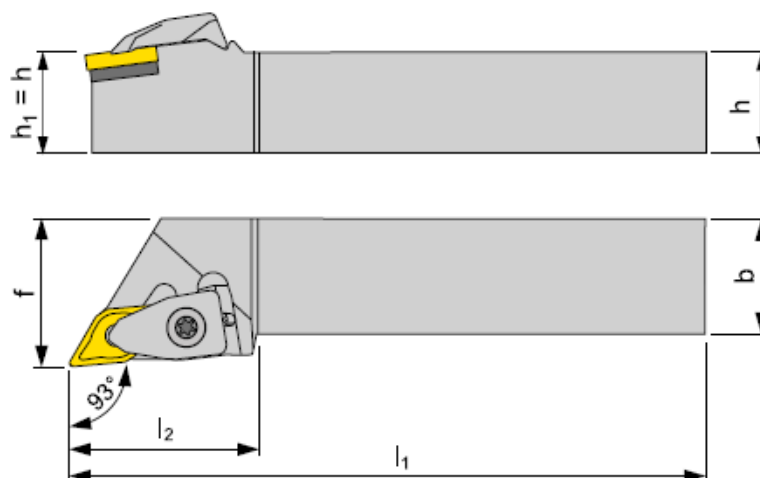
Obr. 14 VBD DNMA 150404

Tab 1. Rozměry VBD

Číslo nástroje	VBD ISO	Rozměry [mm]			
		(l)	d	d <sub>1</sub>	s
T1	DNMA 150404	15,5	12,7	5,16	4,76

Tab 2. Řezné parametry VBD

VBD ISO	Materiál	Rozměry [mm]				
		Rádus	Posuv		Šířka záběru ostří	
DNMA 150404	T305	r <sub>ε</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>max</sub>	a <sub>p max</sub>
		0,4	0,1	0,24	0,4	3,9



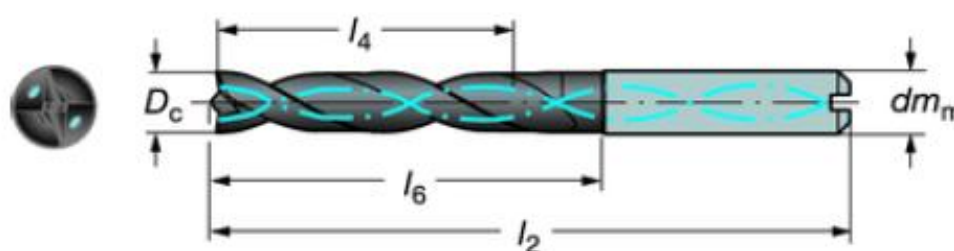
Obr.15 DDJNR 2020 K11

Tab 3. Rozměry držáku DDJNR 2020 K11

ISO	Rozměry [mm]							
DJNR 2020 K11	$h=h_1$	b	f	$l_1$	$l_2$	$\lambda_s^\circ$	$\gamma_0^\circ$	m [kg]
	20	20	25	125	35	-6	-6	0,40

### Nástroje vyvrtávání

Pro vrtání jsou vybrány vrtáky od firmy Sandvik. Vrtáky o průměrech  $\varnothing 7,6$  mm,  $\varnothing 9,6$  mm,  $\varnothing 11,5$  mm. Tyto vrtáky CoroDrill Delta-C R850 jsou určeny pro vrtání do slitin Al a mají vnitřní přívod kapaliny (obr. 16).



Obr. 16 vrták CoroDril Delta-C R850

Tab 4. Rozměry vrtáků

Číslo nástroje	Kód vrtáku	Rozměry [mm]				
		$D_c$	$d_{m_m}$	$l_2$	$l_4$	$l_6$
T2	R850-0760-30-A1A	7,6	8	79	28	41
T3	R850-0960-30-A1A	9,6	10	89	31	47
T4	R850-1150-30-A1A	11,5	12	102	35	55

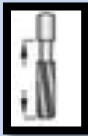

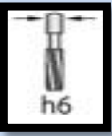
### Nástroje vystružení otvorů

Pro vystružení otvoru po vrtání jsou vybrány výstružníky z katalogu Hoffmann Group od firmy Garant 16 2951. Vybrané výstružníky jsou o průměrech  $\varnothing 8$  mm,  $\varnothing 10$  mm,  $\varnothing 12$  mm,  $\varnothing 12,2$  mm (obr. 17). Tyto výstružníky jsou určeny pro NC stroje. Protože v katalogu není nabízen průměr  $\varnothing 12,2$  mm, musí být firmou vybroušen z výstružníku  $\varnothing 12,5$  mm.



Obr. 17 výstružník pro NC stroje Garant

Tab 5. Parametry výstružníků 16 1251

Číslo nástroje	Jmenovitý $\varnothing$				f
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
T5	8	74	117	8	0,10
T6	10	86	133	10	0,15
T7	12	103	151	10	0,15
T8	12,5	103	151	10	0,15

### Výběr stroje

Pro obrábění této součásti je zvoleno soustružnické centrum Doosan Puma 240MS (obr. 18). Tento stroj má automatickou nástrojovou hlavu s hydraulickým upínáním a možností použít 12 poháněných nástrojů. Stroj tedy umožňuje kromě soustružení i frézování a vrtání. Otáčky vřetena jsou proměnné mezi 35 – 3 500 [ot.min<sup>-1</sup>] a nástroje jsou poháněné mezi

50 – 5 000 [ot.min<sup>-1</sup>]. Ke stroji jsou dodávány držáky nástrojů pro vnější a čelní obrábění, držáky stopkových nástrojů, držák pro poháněné nástroje, dále sonda pro automatické odměřování nástrojů a pásový dopravník třísek. Jako řídicí systém je použit FANUC. Tento typ stroje je použit pro výrobu všech součástí.



Obr. 18 Doosan Puma 240MC

### 3.4 Technologický rozbor- Brzdový klíč

#### Polotovary součástí

Polotovary součástí brzdový klíč je tyčovina za tepla válcovaná ocel ČSN 11 700 průměr Ø 28 mm. Polotovary je řezán. Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku, je vhodná na strojní součásti s větší odolností proti namáhání a odolností proti opotřebení, u nichž se nevyžaduje svařitelnost.

Tab 6. Chemické složení ocel ČSN 11 700

%						
C	Mn	Si	P	S	N	Al
max. 0,65	-	-	max. 0,045	max. 0,045	max. 0,009	-

Tab 7. Mechanické složení ocel ČSN 11 700

Pevnost v tahu $R_m$	685 až 835 MPa
Mez kluzu $R_e$	345 MPa
Tvrdost HB	max. 290

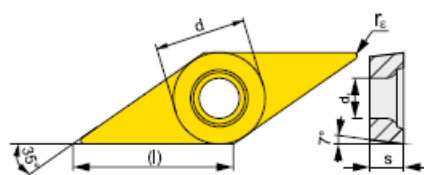


### Obráběcí operace

- 1) Soustružení
- 2) Frézování
- 3) Výroba drážek – Varianta 1. Obrázení  
– Varianta 2. Rádlování

### Nástroje soustružení

Nástroje jsou od firmy Pramet Tools. Pro hrubování je určen nástroj z předchozího technologického rozboru, VBD DNMA 150404 a držák DDJNR 2020 K11. Pro dokončení je vybrána VBD VCMT 160404E-FM (obr. 19) a držák SVVCN 2020 K16 (obr. 20).



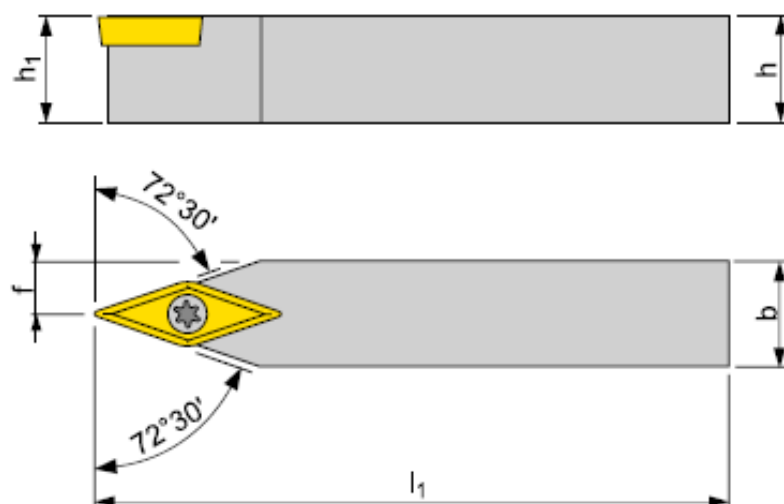
Obr. 19 VBD VCMT 160404E-FM

Tab 7. Rozměry VBD

Číslo nástroje	VBD ISO	Rozměry [mm]			
		(l)	d	d <sub>1</sub>	s
T9	VCMT 160404E-FM	16,6	9,525	4,50	4,76

Tab 8. Řezné parametry VBD

VBD ISO	Materiál	Rozměry [mm]				
		Rádus	Posuv		Hloubka řezu	
VCMT 160404E-FM	T9325	r <sub>ε</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>max</sub>	a <sub>p max</sub>
		0,4	0,10	0,20	0,4	2,0



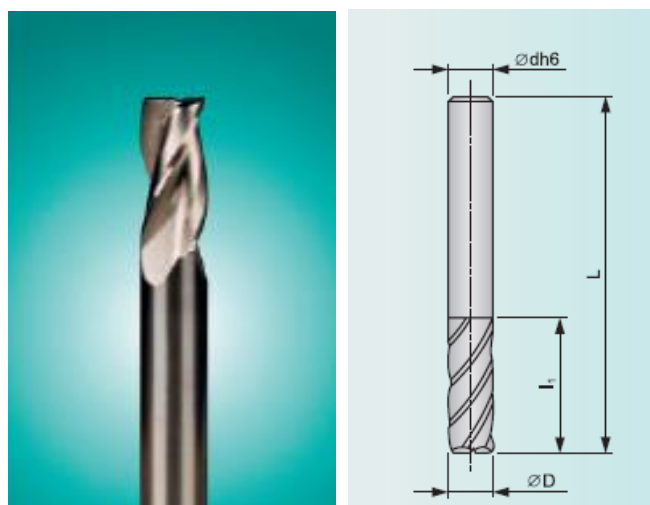
Obr. 20 SVVCN 2020 K16

Tab 9. Rozměry držáku SVVCN 2020 K16

ISO	Rozměry [mm]						
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$\lambda_s^\circ$	$\gamma_0^\circ$	$m$ [kg]
SVVCN 2020 K16	20	20	10	125	0	0	0,35

### Nástroje frézování

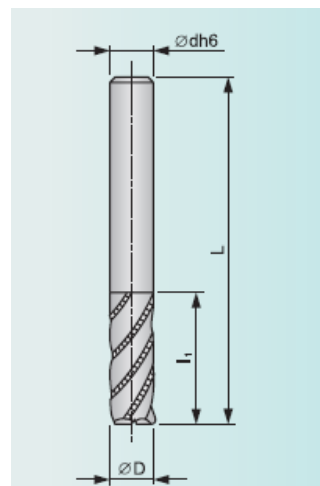
Nástroje pro frézování jsou vybrány od firmy Pramet Tools. Frézy pro hrubování Ø3 mm 03E3S50-09A06 NEPU (obr. 21) a Ø10 mm 10R4H75-22A10 NUPU (obr. 22). Pro dokončení fréza kulová Ø2 mm 02B2R75-04A04 KERU (obr. 23).



Obr. 21 fréza 03E3S50-09A06 NEPU

Tab 10. Rozměry 03E3S50-09A06 NEPU

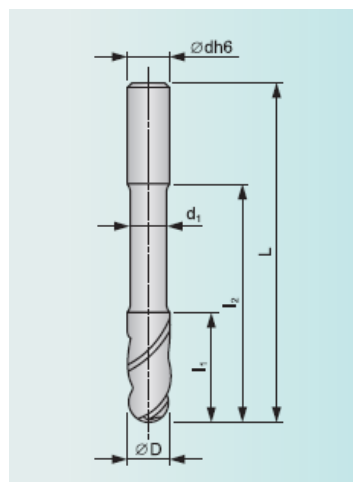
Číslo nástroje	Označení	Rozměry [mm]				
		D	Počet zubů	dh6	L	$l_1$
T10	03E3S50-09A06 NEPU	3,0	3	3	40	9,0



Obr. 22 fréza 10R4H75-22A10 NUPU

Tab 11. Rozměry 10R4H75-22A10 NUPU

Číslo nástroje	Označení	Rozměry [mm]				
		D	Počet zubů	dh6	L	$l_1$
T11	10R4H75-22A10 NUPU	10,0	4	10	75	22,0



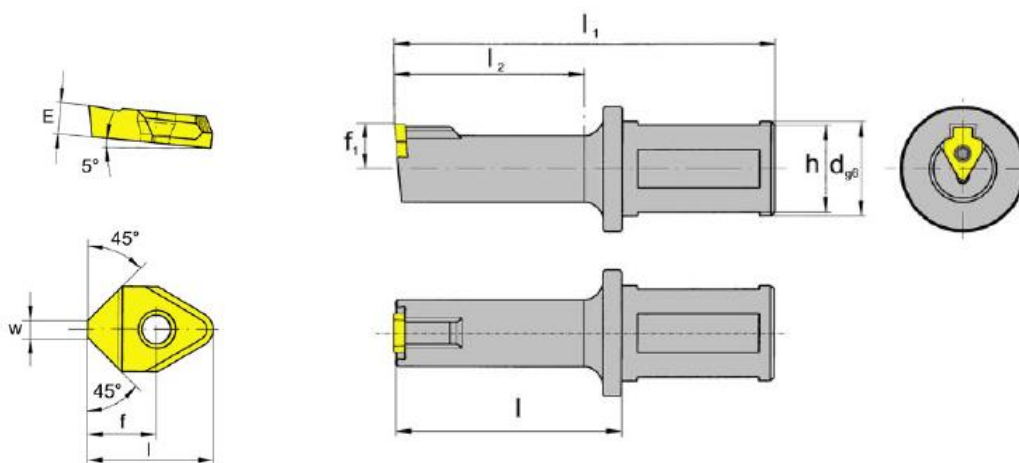
Obr. 23 fréza 02B2R75-04A04 KERU

Tab 12. Rozměry 02B2R75-04A04 KERU

Číslo nástroje	Označení	Rozměry [mm]						
		D	Počet zubů	dh6	L	$l_1$	$l_2$	$d_1$
T12	02B2R75-04A04 KERU	2,0	2	4	75	4,0	14	1,9

### Výroba drážek – Varianta 1. Obrázení

Pro výrobu drážek na konci klíče lze použít systémové řešení od firmy Horn. Toto řešení má výhody, že jej lze velice dobře začlenit do ostatních operací na vlastním CNC stroji. Profil nástroje vytvoří firma Horn na přání zákazníka. Protože drážky na této součásti nevyžadují přesnost, slouží pouze k zdrsnění povrchu, je toto řešení nevýhodné.



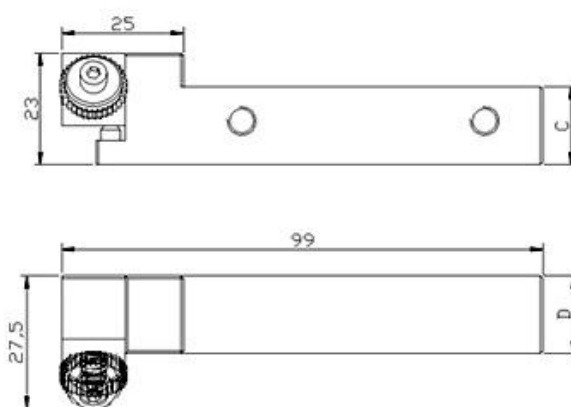
Obr. 24 obrážecí nástroj firmy Horn

### Výroba drážek – Varianta 2. Rádlování

Pomocí rádlování lze vyrobit rýhy a vroubkování. Nástroj může na obrobku tvořit různé vzory, změna vzoru se provádí výměnou rádlovacího kolečka. Výhoda je, že nástroj lze použít jak na konvenčních strojích, tak i na CNC strojích. Tato varianta je nejvhodnější, protože není nutné na zakázku vytvářet nový nástroj. Nástroj je zvolen MFS 14.53 od firmy Octopus Tools (obr. 25).



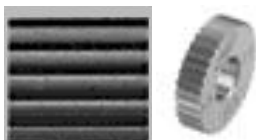
Obr. 25 rádlovací nůž MFS 14.53



Tab 13. Rozměry MFS 14.53

Číslo nástroje	Název nástroje	Rozměry [mm]			m [kg]
		Kolečko	C	D	
T13	MFS 14.53	14,5 x 3 x 5	12	16	0,242

Tab 14. rádlovací kolečko

Vzorek na obrobku	RAA 
Vzorek na kolečku	BR 30 <sup>0</sup>

### 3.5 Technologický rozbor- Vodící čep

#### Polotovar součásti

Polotovar součásti vodící čep je tyčovina za tepla válcovaná ocel 11 700 průměr Ø10 mm. Polotovar je řezán.

#### Obráběcí operace

Součást je vyrobena pouze soustružením.

#### Nástroje soustružení

Nástroje pro soustružení jsou stejné jako u předchozích operací. Pro hrubování a zarovnání čela je použit VBD DNMA 150404 a držák DDJNR 2020 K11. Pro dokončení VBD VCMT 160404E-FM a držák SVVCN 2020 K16.

### 3.6 Technologický rozbor- Čep pro uchycení brzdy k rámu

#### Polotovar součásti

Polotovar součásti čep pro uchycení k rámu je tyčovina za tepla válcovaná ocel 11 700 průměr Ø 12 mm. Polotovar je řezán.

#### Obráběcí operace

Součást je vyrobena pouze soustružením.

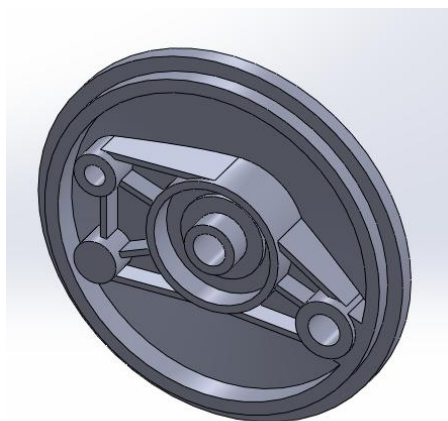
#### Nástroje soustružení

Nástroje pro soustružení VBD DNMA 150404 a držák DDJNR 2020 K11.

## 4 TECHNOLOGIE VÝROBY

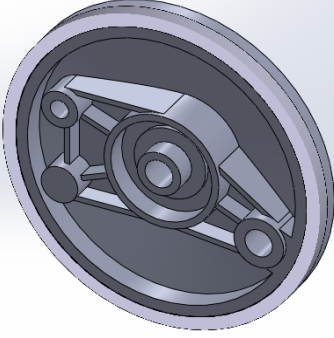
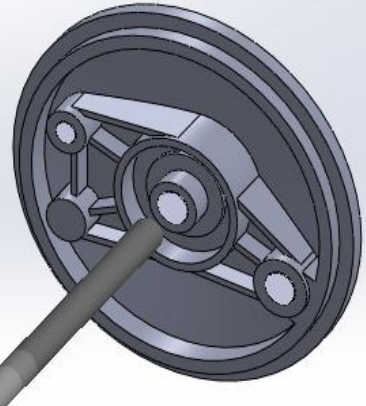
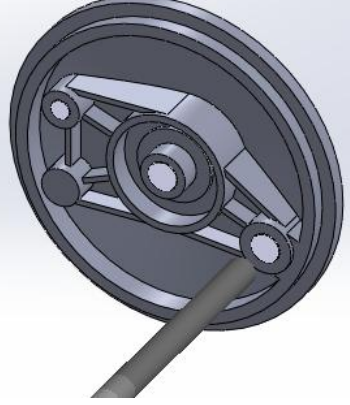
Tato kapitola se zabývá jednotlivými obráběcími operacemi a tvorbou NC kódu v CAM softwaru. Součást byla nejprve vymodelována v softwaru SolidWorks a poté otevřena v softwaru HSMWorks a v něm byly generovány strategie obrábění a řezné parametry.

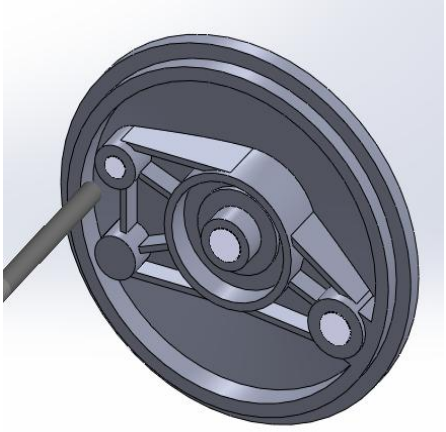
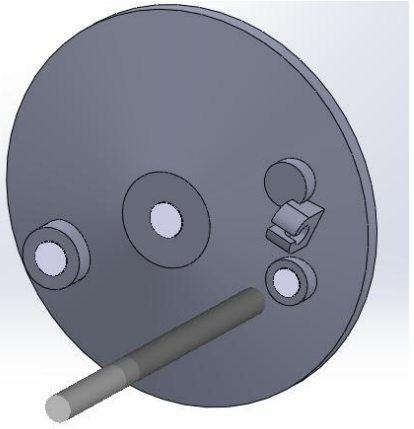
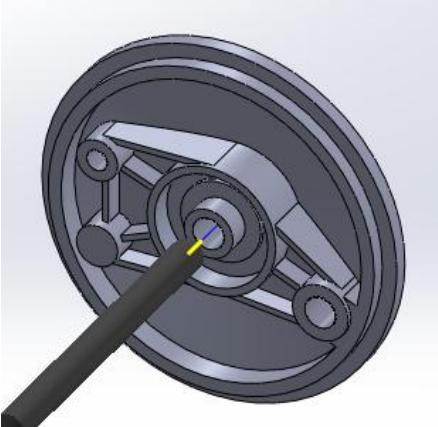
### 4.1 Technologie výroby- Brzdový štít

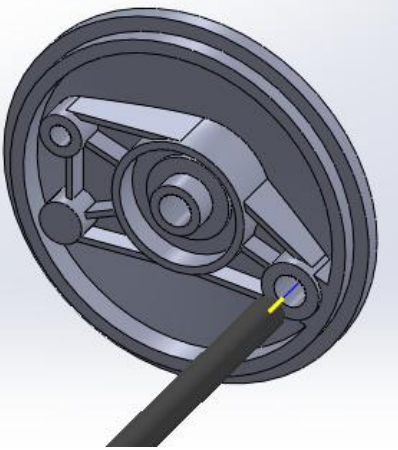
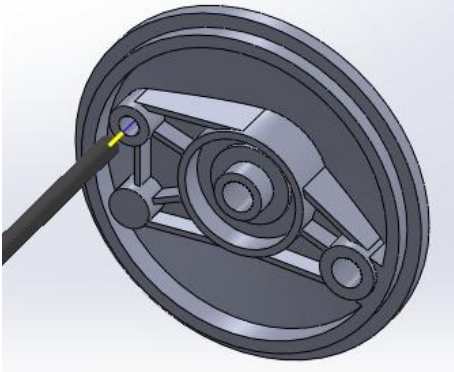
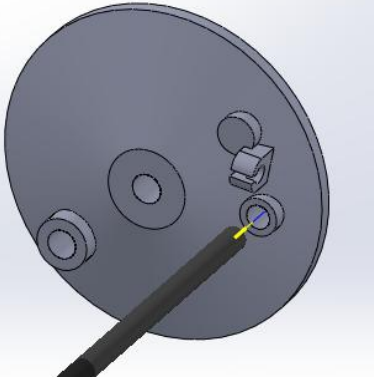


Obr. 26 Brzdový štít (Solidworks)

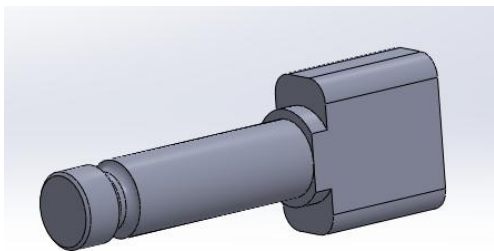


Operace	Řezné parametry	
Soustružení osazení	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$2 \text{ mm}$
	$l$	$114,8 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$2 \text{ min}$
Vrtání otvor Ø12,2 mm	Nástroj	T2
	$v_c$	$36 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$1000 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$1 \text{ mm}$
	$a_p$	$28,68 \text{ mm}$
	$l$	$101 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,02 \text{ min}$
Vrtání otvor Ø12 mm	Nástroj	T3
	$v_c$	$36 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$1000 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$1 \text{ mm}$
	$a_p$	$30 \text{ mm}$
	$l$	$101 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,02 \text{ min}$

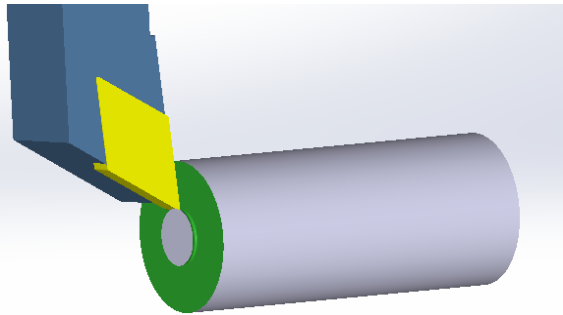
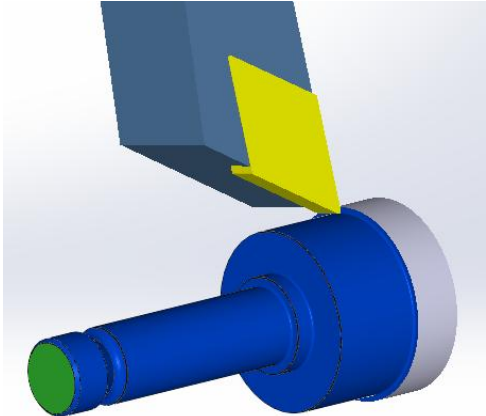
Operace	Řezné parametry	
Vrtání otvor Ø 8 mm	Nástroj	T4
	$v_c$	24 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	1000 min <sup>-1</sup>
	$f$	1 mm
	$a_p$	20,5 mm
	$l$	71 mm
	$t_{as}$	0,01 min
Vrtání otvor Ø 10 mm	Nástroj	T5
	$v_c$	30,16 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	1000 min <sup>-1</sup>
	$f$	1 mm
	$a_p$	20,5 mm
	$l$	82 mm
	$t_{as}$	0,01 min
Vystružení Ø 12,2 mm	Nástroj	T6
	$v_c$	38.32 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	1000 min <sup>-1</sup>
	$f$	1 mm na zub
	$a_p$	28,68 mm
	$l$	91,36 mm
	$t_{as}$	0,04 min

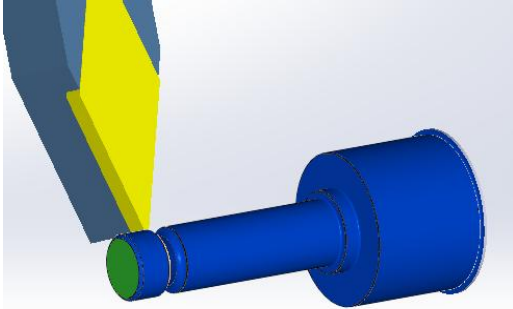
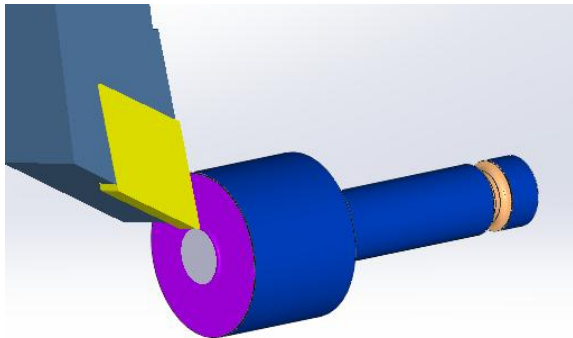
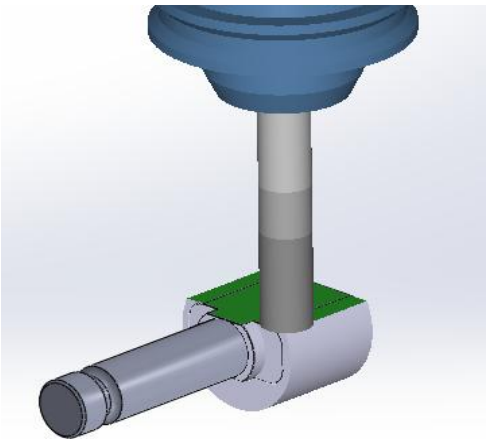
Operace	Řezné parametry	
Vystružení Ø12 mm	Nástroj	T7
	$v_c$	37,7 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	1000 min <sup>-1</sup>
	$f$	1 mm na zub
	$a_p$	30 mm
	$l$	94 mm
	$t_{as}$	0,04 min
Vystružení Ø8 mm	Nástroj	T8
	$v_c$	25,13 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	1000 min <sup>-1</sup>
	$f$	1 mm na zub
	$a_p$	20,5 mm
	$l$	71 mm
	$t_{as}$	0,03 min
Vystružení Ø10 mm	Nástroj	T9
	$v_c$	31,42 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	1000 min <sup>-1</sup>
	$f$	1 mm na zub
	$a_p$	20,5 mm
	$l$	82 mm
	$t_{as}$	0,03 min

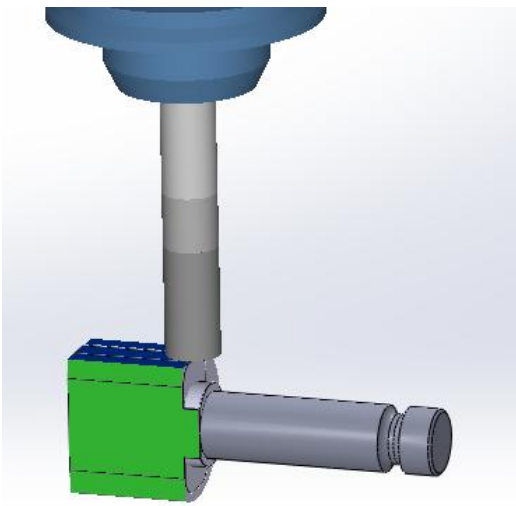
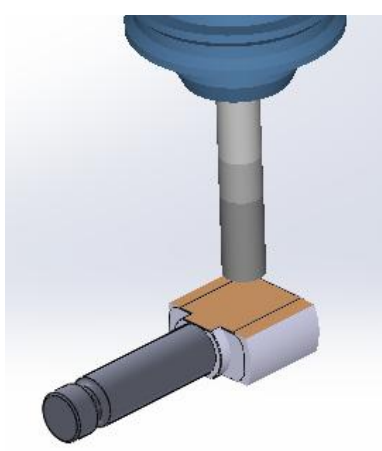
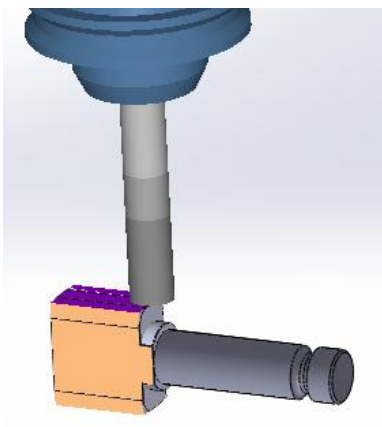
## 4.2 Technologie výroby- Brzdový klíč



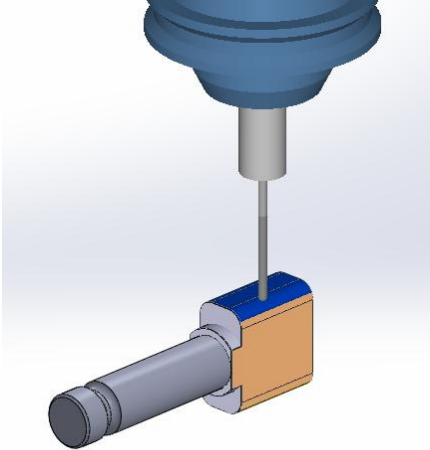
Obr. 27 Brzdový klíč (Solidworks)

Operace	Řezné parametry	
Zarovnání čela	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$1 \text{ mm}$
	$l$	$80,71 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$1,08 \text{ min}$
Soustružení profilu na hrubo	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$2 \text{ mm}$
	$l$	$676,36 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$21,23 \text{ min}$

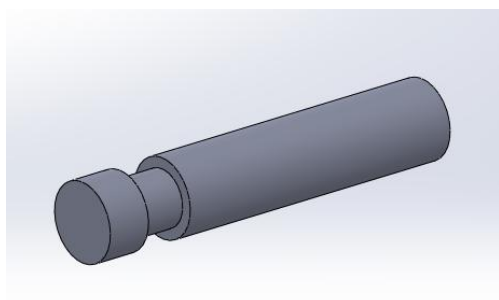
Operace	Řezné parametry	
Soustružení profilu na čisto	Nástroj	T10
	$v_c$	$260 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,15 \text{ mm}$
	$a_p$	$0,8 \text{ mm}$
	$l$	$68,90 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,4 \text{ min}$
Zarovnání čela	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$1 \text{ mm}$
	$l$	$80,71 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$1,11 \text{ min}$
Frézování čela 1	Nástroj	T11
	$v_c$	$157,1 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$5000 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,06 \text{ mm na zub}$
	$a_p$	-
	$l$	$181,3 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,08 \text{ min}$

Operace	Řezné parametry	
Frézování čela 2	Nástroj	T11
	$v_c$	157,1 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	5000 min <sup>-1</sup>
	$f$	0,06 mm na zub
	$a_p$	-
	$l$	149,56 mm
	$t_{as}$	0,07 min
Frézování čela 3	Nástroj	T11
	$v_c$	157,1 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	5000 min <sup>-1</sup>
	$f$	0,06 mm na zub
	$a_p$	-
	$l$	181,3 mm
	$t_{as}$	0,08 min
Frézování čela 4	Nástroj	T11
	$v_c$	157,1 m.min <sup>-1</sup>
	$n$	5000 min <sup>-1</sup>
	$f$	0,06 mm na zub
	$a_p$	-
	$l$	149,56 mm
	$t_{as}$	0,07 min

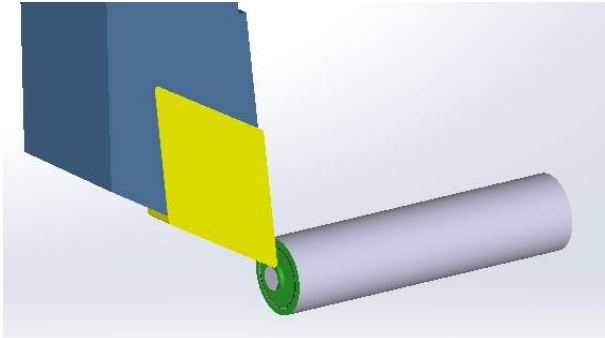


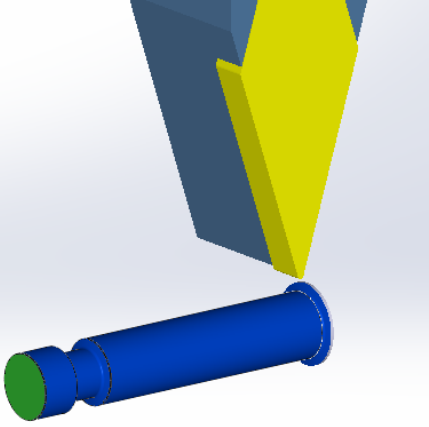
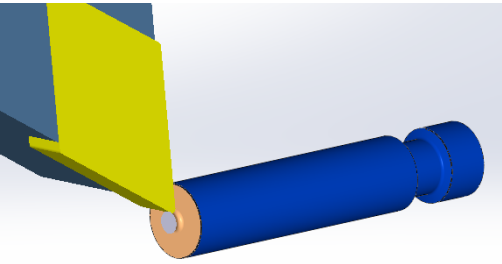
Operace	Řezné parametry	
Frézování dokončení čela 2 a 3	Nástroj	T12
	$v_c$	47,12 m.min <sup>-1</sup>
	n	5000 min <sup>-1</sup>
	f	0,06 mm na zub
	$a_p$	-
	l	149,56 mm
	$t_{as}$	0,02min

#### 4.3 Technologie výroby- Vodící čep

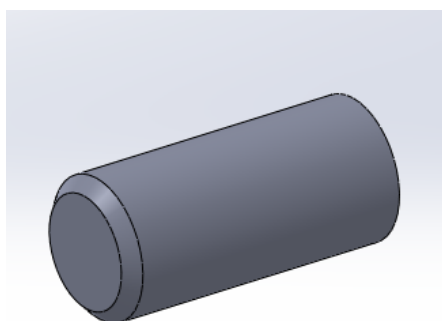


Obr. 28 Vodící čep (Solidworks)

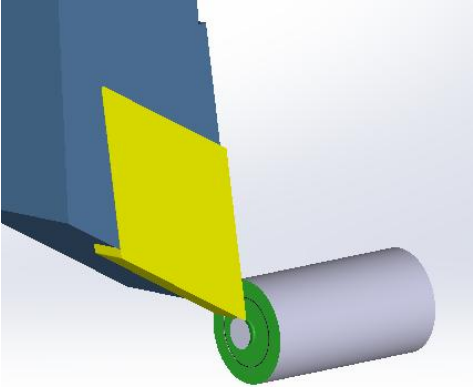
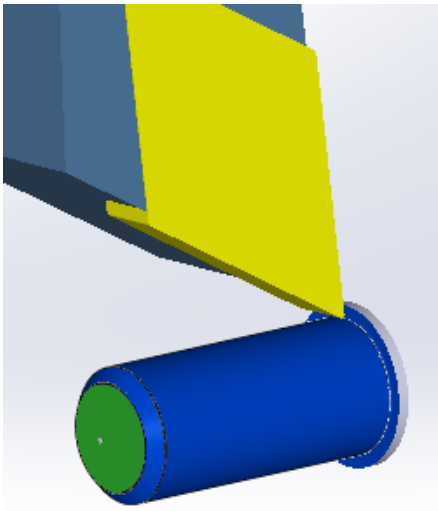
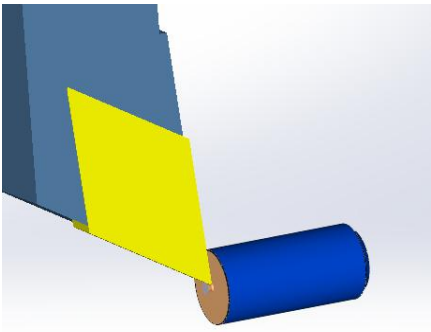
Operace	Řezné parametry	
Zarovnání čela	Nástroj	T1
	$v_c$	240 m.min <sup>-1</sup>
	n	500 min <sup>-1</sup>
	f	0,24 mm
	$a_p$	1 mm
	l	60,71 mm
	$t_{as}$	0,43 min

Operace	Řezné parametry	
Soustružení profilu	Nástroj	T10
	$v_c$	$260 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,15 \text{ mm}$
	$a_p$	$0,8 \text{ mm}$
	$l$	$234,78 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$10,5 \text{ min}$
Zarovnání čela	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$1 \text{ mm}$
	$l$	$60,71 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,43 \text{ min}$

#### 4.4 Technologie výroby- Čep pro uchycení brzdy k rámu



Obr. 29 Čep pro uchycení k rámu (Solidworks)

Operace	Řezné parametry	
Zarovnění čela	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$1 \text{ mm}$
	$l$	$62,70 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,5 \text{ min}$
Soustružení profilu	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$2 \text{ mm}$
	$l$	
	$t_{as}$	$1,6 \text{ min}$
Zarovnění čela	Nástroj	T1
	$v_c$	$240 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	$n$	$500 \text{ min}^{-1}$
	$f$	$0,24 \text{ mm}$
	$a_p$	$1 \text{ mm}$
	$l$	$62,70 \text{ mm}$
	$t_{as}$	$0,5 \text{ min}$

## 5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Tato kapitola se zabývá propočtem jednotlivých kritérií zasahujících do výroby:

- Náklady na polotovary
- Náklady na pořízení strojů a nástrojů
- Náklady na provoz stroje
- Náklady na obsluhu

### 5.1 Náklady na polotovary

#### Náklady brzdny štít

Hmotnost odlitku je 0,47 kg, cena materiálu Al-Si pro odlitek je přibližně 97 Kč.kg<sup>-1</sup>. Sériovost výroby je 1000 kus za rok.

Náklady na polotovary :

$$N_{pol1} = N. m. cena_{materiálu} \quad (5.1)$$

N-sériovost [ks.rok<sup>-1</sup>]

m-hmotnost material [kg]

$$N_{pol1} = 1000 \cdot 0,47 \cdot 97 = 45\,590 \text{ Kč}$$

#### Náklady brzdový klíč

Polotovary součásti je tyčovina. Materiál ocel 11 700 průměr Ø 28mm, délka 6 mm. Přibližná cena oceli 11 700 je 50 Kč.kg<sup>-1</sup>.

Počet kusů polotovaru z jedné tyče:

$$Q_{ks} = \frac{L_D}{L_2} [\text{ks}] \quad (5.2)$$

L<sub>D</sub>-délka dodávané tyče [mm]

L<sub>2</sub>-délka polotovaru i s přídatky [mm]

$$Q_{ks} = \frac{6\,000}{70} = 85,71 \text{ ks}$$

Z jedné tyče se vyrobí 85 ks.

Celkový počet tyčí:

$$Q_T = \frac{s}{Q_{ks}} [\text{ks}] \quad (5.3)$$

s-počet kusů výrobní série [ks]

Q<sub>ks</sub>-počet polotovarů z jedné tyče [ks]

$$Q_T = \frac{1000}{85} = 11,76 \text{ ks}$$

K vyrobení celé série bude potřeba 12ks tyčí.

Hmotnost tyče:

$$m_T = V_T \cdot \rho_{\text{ocel}} = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_D \right) \cdot \rho \text{ [kg]} \quad (5.4)$$

$V_T$ -objem tyče[m<sup>3</sup>]

$\rho$ - hustota oceli[kg m<sup>3</sup>]

$D$ -průměr polotovaru [m]

$L_D$ -délka dodávané tyče [m]

$$m_T = \left( \frac{\pi \cdot 0,028^2}{4} \cdot 6 \right) \cdot 7850 = 29 \text{ kg}$$

Celková hmotnost tyčí:

$$m_{TC} = m_T \cdot Q_T \text{ [kg]} \quad (5.5)$$

$m_T$ - hmotnost jedné tyče [kg]

$Q_T$ -počet tyčí [ks]

$$m_{TC} = 29 \cdot 11,76 = 341,04 \text{ kg}$$

Náklady na polotovar :

$$N_{pol2} = 1000 \cdot 29 \cdot 50 = 1\,450\,000 \text{ Kč}$$

**Náklady vodící čep**

Polotovar součásti je tyčovina. Materiál ocel 11 700 průměr Ø10 mm, délka 6 m.

Počet kusů z jedné tyče:

$$Q_{ks} = \frac{6\,000}{42,7} = 140,51 \text{ ks}$$

Z jedné tyče se vyrobí 140 ks.

Celkový počet tyčí:

$$Q_T = \frac{1000}{140} = 7,14 \text{ ks}$$

K výrobení celé série bude potřeba 8 ks tyčí.

Hmotnost tyče:

$$m_T = \left( \frac{\pi \cdot 0,010^2}{4} \cdot 6 \right) \cdot 7850 = 3,69 \text{ kg}$$

Celková hmotnost tyčí:

$$m_{TC} = 3,69 \cdot 8 = 29,52 \text{ kg}$$

Náklady na polotovar :

$$N_{pol3} = 1000 \cdot 3,69.50 = 184\,500 \text{ Kč}$$

**Náklady čep pro uchycení brzdy k rámu**

Polotovar součásti je tyčovina. Materiál ocel 11 700 průměr Ø12 mm, délka 6 m.

Počet kusů z jedné tyče:

$$Q_{ks} = \frac{6\,000}{24} = 260,87 \text{ ks}$$

Z jedné tyče se vyrobí 261 ks.

Celkový počet tyčí:

$$Q_T = \frac{1000}{261} = 3,83 \text{ ks}$$

K vyrobení celé série bude potřeba 4 ks tyčí.

Hmotnost tyče:

$$m_T = \left( \frac{\pi \cdot 0,012^2}{4} \cdot 6 \right) \cdot 7850 = 5,33 \text{ kg}$$

Celková hmotnost tyčí:

$$m_{TC} = 5,33 \cdot 4 = 21,32 \text{ kg}$$

Náklady na polotovar :

$$N_{pol4} = 1000 \cdot 5,33.50 = 266\,500 \text{ Kč}$$

**Celkové náklady na polotovar všech součástí:**

$$N_{polcelkovy} = N_{pol1} + N_{pol2} + N_{pol3} + N_{pol4} \quad (5.6)$$

$$N_{polcelkovy} = 45\,590 + 1\,450\,000 + 184\,500 + 266\,500 = 1\,946\,590 \text{ Kč}$$

## 5.2 Náklady na pořízení strojů a nástrojů

**Náklady na stroje:**

Rok 2014 má 252 pracovních dní, to je 2 016. Z důvodu malé série je zaveden jednosměnný provoz. Celkový čas na výrobu součástí je 40,3 min + 10 min manipulační časy.

$$T_{výr} = \frac{1000 \cdot t_{celk}}{60} \quad [\text{hod}] \quad (5.7)$$

$t_{\text{celk}}$  - celkový čas pro výrobu součástí

$$T_{\text{výr}} = \frac{1000 \cdot 50,3}{60} = 838,33 \text{ hod}$$

$$s = \frac{t_{\text{výr}}}{2016} = \frac{838,33}{2016} = 0,41 \quad (5.8)$$

Pro výrobu bude použit jeden stroj Doosan Puma 240MS, jeho cena je 1 384 740 Kč.

### **Náklady na nástroje:**

Trvanlivost břitu  $T$  je obecně závislá na řezných podmínkách. Závislost trvanlivosti na řezné rychlosti se pro jinak konstantní podmínky popisuje Taylorovým vztahem.

$$T = C_T \cdot v_c^{-m} \quad [\text{min}] \quad (5.9)$$

$C_T$  - konstanta [ - ]

$m$  - exponent [ - ]

$v_c$  - řezná rychlost [  $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$  ]

V našem případě:

- $C_T = 10^{10}$
- $m = 3,75$  pro slinuté karbidy
- $m = 7,5$  pro rychlořeznou ocel

### **Nástroj T1:**

$$T = 10^{10} \cdot 240^{-3,75} = 11,86 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T1 je 28,88 min.

$$P_{T1} = \frac{1000 \cdot 28,88}{11,86 \cdot 2} = 1217,53 \approx 1278 \text{ kusů}$$

### **Nástroj T2:**

$$T = 10^{10} \cdot 36^{-7,5} = 0,021 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T2 je 0,02 min.

$$P_{T2} = \frac{1000 \cdot 0,02}{0,021 \cdot 2} = 952,38 \approx 953 \text{ kusů}$$

### **Nástroj T3:**

Stejný počet jako nástroje T2

### **Nástroj T4:**

$$T = 10^{10} \cdot 24^{-7,5} = 0,44 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T4 je 0,01 min.



$$P_{T4} = \frac{1000 \cdot 0,01}{0,44 \cdot 2} = 11,36 \cong 12 \text{ kusů}$$

**Nástroj T5:**

$$T = 10^{10} \cdot 30,16^{-7,5} = 0,08 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T5 je 0,01 min.

$$P_{T5} = \frac{1000 \cdot 0,01}{0,08 \cdot 2} = 62,5 \cong 63 \text{ kusů}$$

**Nástroj T6:**

$$T = 10^{10} \cdot 38,32^{-7,5} = 0,013 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T6 je 0,04 min.

$$P_{T6} = \frac{1000 \cdot 0,04}{0,013 \cdot 4} = 769,23 \cong 770 \text{ kusů}$$

**Nástroj T7:**

$$T = 10^{10} \cdot 37,7^{-7,5} = 0,015 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T7 je 0,01 min.

$$P_{T7} = \frac{1000 \cdot 0,04}{0,015 \cdot 4} = 666,66 \cong 667 \text{ kusů}$$

**Nástroj T8:**

$$T = 10^{10} \cdot 25,13^{-7,5} = 0,31 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T8 je 0,03 min.

$$P_{T8} = \frac{1000 \cdot 0,03}{0,31 \cdot 4} = 25,19 \cong 25 \text{ kusů}$$

**Nástroj T9:**

$$T = 10^{10} \cdot 31,42^{-7,5} = 0,05 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T9 je 0,03 min.

$$P_{T9} = \frac{1000 \cdot 0,03}{0,05 \cdot 4} = 150 \text{ kusů}$$

**Nástroj T10:**

$$T = 10^{10} \cdot 260^{-3,75} = 8,78 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T10 je 10,4 min.

$$P_{T10} = \frac{1000 \cdot 10,4}{8,78 \cdot 2} = 592,25 \cong 593 \text{ kusů}$$

**Nástroj T11:**

$$T = 10^{10} \cdot 157,1^{-3,75} = 58,26 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T11 je 0,3 min.

$$P_{T11} = \frac{1000 \cdot 0,3}{58,26 \cdot 4} = 1,29 \cong 2 \text{ kusů}$$

**Nástroj T12:**

$$T = 10^{10} \cdot 47,12^{-3,75} = 531,71 \text{ min}$$

Celkový čas obrábění nástrojem T12 je 0,02 min.

$$P_{T12} = \frac{1000 \cdot 0,02}{531,71 \cdot 3} = 0,0125 \cong 1$$

Tab 15. Počet nástroju

Číslo nástroje	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Počet kusů	1278	953	953	12	63	770
Číslo nástroje	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Počet kusů	667	25	150	593	2	1

**5.3 Náklady na provoz stroje**

Příkon CNC stroje Doosan Puma 240MS je 15 kW.

$$P_c = 15 \cdot s = 15 \cdot 1 = 15 \text{ kW}$$

s-počet strojů

Průmyslová cena elektrické energie je 5,5 Kč kWh.

$$E_c = P_c \cdot 2016 = 15 \cdot 2016 = 30\,240 \text{ kWh}$$

$$CE = E_c \cdot 5,5 = 30\,240 \cdot 5,5 = 166\,320 \text{ Kč}$$

CE..... celková cena elektrické energie pro 1 stroj

## 6 DISKUZE

Důležitým faktorem, který může ovlivnit celý technologii obrábění, je kvalita odlitku brzdného štítu. Ten nesmí mít žádné vady struktury ani povrchu. Dodržet a hlídat kvalitu odlitku u této součásti je důležitější než u jiných součástí, protože se jedná o díl, který je stěžejní pro správný a bezpečný chod brzdy. Pro obrábění je důležité dodržení přídavku na obrábění. Důležitým faktorem, jestli budou otvory předlity, nebo budou plné. Toto významně ovlivní obrábění. V tomto technologickém rozboru jsou otvory plné, v případě, že by se otvory předlévaly, musel by se provést rozbor, jaký vliv by to mělo na kvalitu odlitku a ekonomii.

CNC kód, který je výstupem této práce, by měl být odladěn na stroji Doosan Puma 240MS se všemi nástroji, jejich držáky a přípravky na upnutí. Při odladění kódu může docházet k různým kolizím a také kvalita povrchu nemusí vyhovovat. Když dojde k těmto problémům, lze je vyřešit změnou řezných parametrů. Bohužel v příloze je pouze NC kód pro soustružení, vrtání a vystružení. Z důvodu dodržení rozsahu práce.

Příčinou malé výrobní série je to, že se jedná o náhradní díl pro starší motocykl a proto není snadné odbyt těchto dílů předpovídat. Pro větší sérii by se musel být proveden průzkum trhu, který by určil velikost poptávky po těchto dílech.

## ZÁVĚR

V tomto technologickém rozboru je jako výstup vygenerován NC kód v CAM softwaru HSMworks. Pro jednotlivé operace jsou určeny vhodné nástroje. Dále jsou zde uvedeny přibližné výrobní časy jednotlivých operací. Od výrobních časů se odvíjí spotřeba nástrojů a nároky na stroj. Z těchto údajů je vytvořena přibližná kalkulace nákladů na nástroje, elektrickou energii, popřípadě pracovníky. V kalkulaci chybí náklady na tvorbu odlitku. Bohužel jsem neměl tento technologický rozbor použít v praxi.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. VLK, F. *BRZDOVÉ SYSTÉMY MOTOCYKLŮ*. Brno, 2005.
2. DOČKAL, J. *JAWA*. Computer press, 2005. ISBN 9788072266395.
3. MAECKERLE, J. *AUTOMOBIL DNEŠKA A ZÍTRKA*. Praha: NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY, 1977.
4. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
5. Pramet Tools, s. r. o. *e-cat 2014* [online]. [vid. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/cz/ke-stazeni.html>
6. Hoffmann group. s. r. o. *e-cat 2014* [online]. [vid. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.hoffmann-group.com/cz/produkty/katalog-naradi.html>
7. Sandvik Coromat, s. r. o. *e-cat 2014* [online]. [vid. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/downloads/pages/default.aspx>

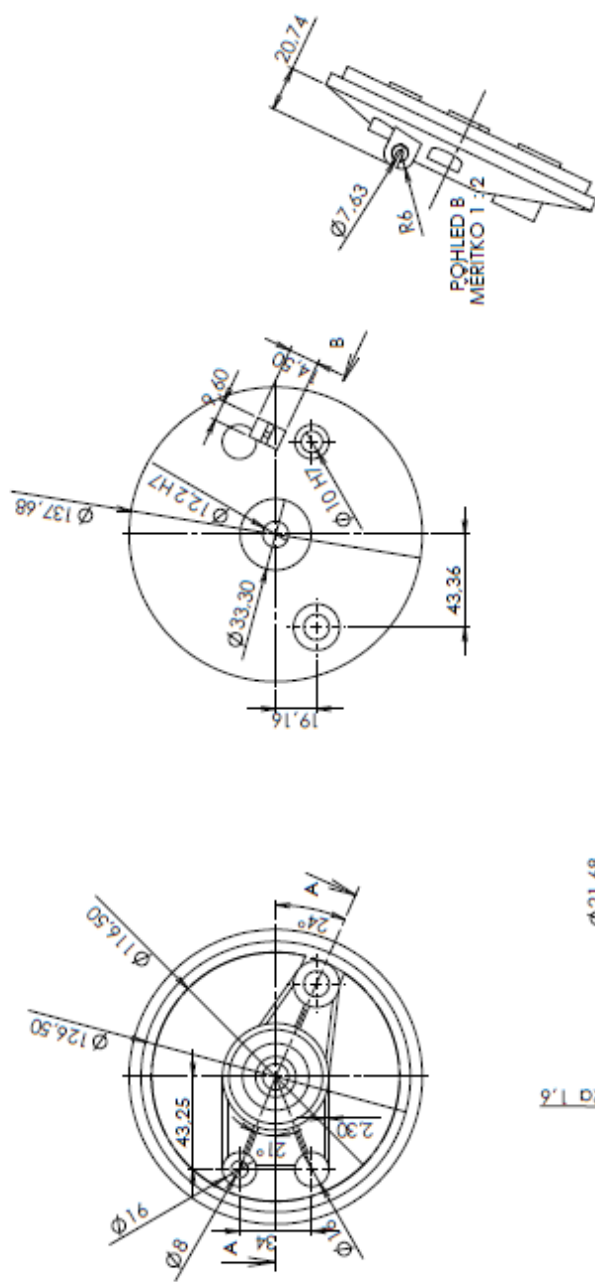
**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**




$R_m$	[MPa]	pevnost v tahu
$R_e$	[MPa]	mez kluzu
$N$	[-]	seriovost
$N_{pol}$	[Kč]	náklady na polotovar
$Q_{ks}$	[-]	počet kusů z polotovaru
$Q_T$	[-]	celkový počet tyčí
$m_T$	[kg]	hmotnost tyče
$m_{TC}$	[kg]	celková hmotnost tyčí
$T$	[min]	trvanlivost nástroje
$P_T$	[-]	počet nástrojů
$P$	[kWh]	příkon
$V$	[m <sup>3</sup> ]	objem
$a_p$	[mm]	hloubka třísky
$d$	[mm]	průměr
$f$	[mm]	posuv
$l$	[mm]	délka
$n$	[min <sup>-1</sup> ]	otáčky
$p$	[mm]	přídavek na průměr
$t_{AS}$	[min]	strojní jednotkový čas
$v_c$	[m · min <sup>-1</sup> ]	řezná rychlost
$\rho$	[kg · m <sup>-3</sup> ]	hustota

**SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA 1	Výkres brzdového štítu
PŘÍLOHA 2	Výkres brzdového klíče
PŘÍLOHA 3	Výkres vodící čep
PŘÍLOHA 4	Výkres čep pro uchycení k rámu
PŘÍLOHA 5	Nástrojový list
PŘÍLOHA 6	NC kód brzdový štít- soustružení
PŘÍLOHA 7	NC kód brzdový štít- vrtání vystružování
PŘÍLOHA 8	NC kód brzdový klíč- soustružení
PŘÍLOHA 9	NC kód vodící čep- soustružení
PŘÍLOHA 10	NC kód čep pro uchycení k rámu- soustružení

Výkres brzdového štítu.

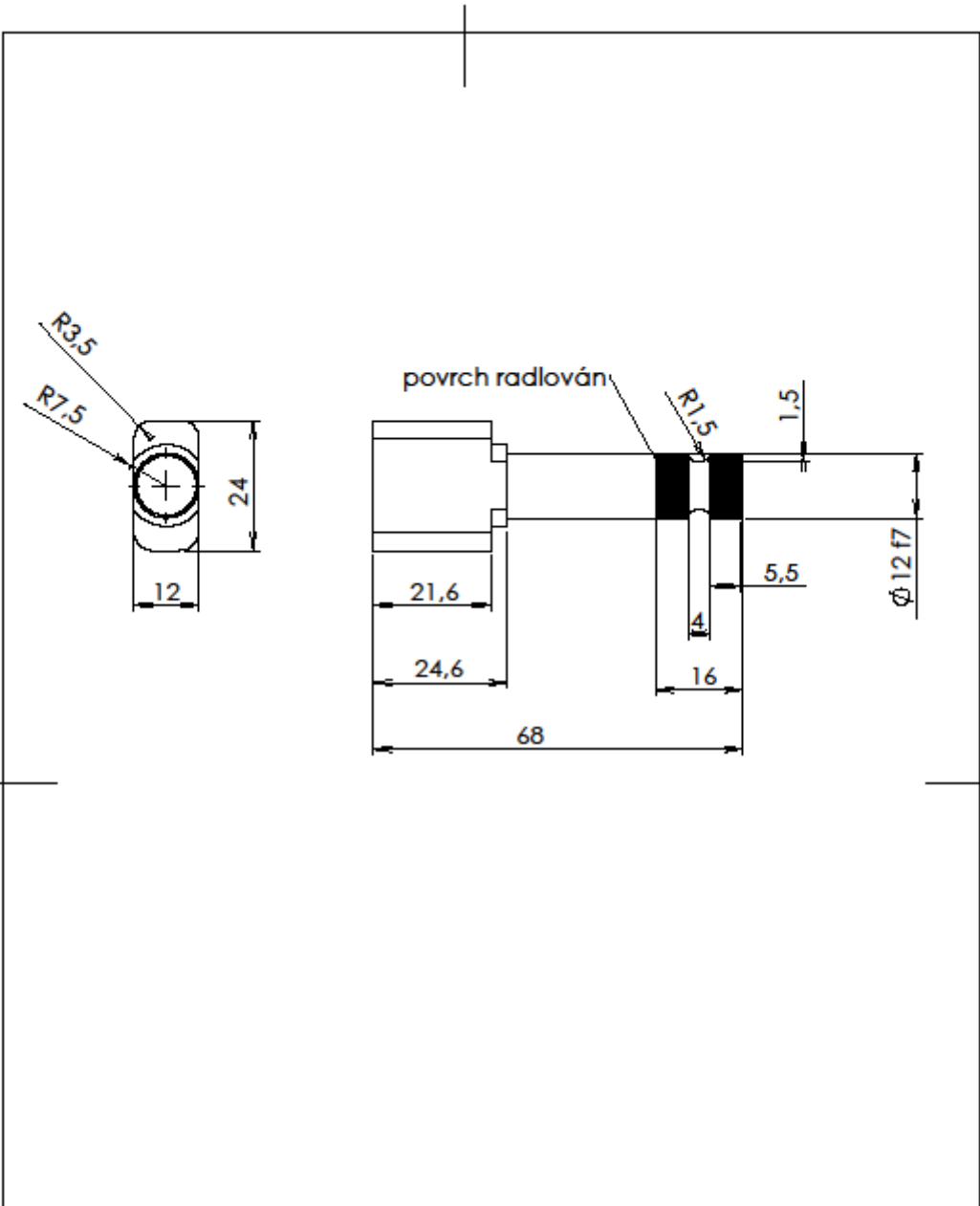


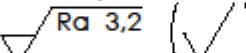



Struktura povrchu		Hrany		Mářítka 1:2	Přesnost ISO 2768-mK Tolerování ISO 80/5 Prohlášení 
Materiál AL-Si, slitina Pouze pro DOLITEK	Druh dokumentu Kresba Schéma	Název VÝKRES SOUČÁSTI KRESBA LUKÁŠ SMOLK	Hmotnost 0,9 kg CHRÁNĚNO PODLE ISO 16076	BRZDNÝ ŠÍT	
VUT FSI	Datum vydání 17.5.2018	Číslo dokumentu 1	List /		



PŘÍLOHA 2

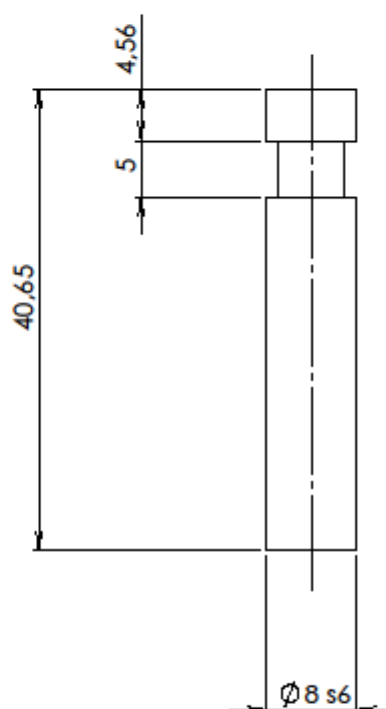
Výkres brzdový klíč

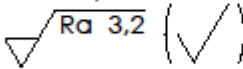
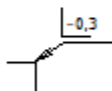



Struktura povrchu:  Ra 3,2 (✓)		Hrany:  -0,3  -0,3		Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768-mK
					Tolerování ISO 8015
					Promítání 
Materiál 11 700	Polotovár	Ø28X70		Hmotnost 0,09 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
VUT FSI		Druh dokumentu VÝKRE SOUČÁSTI		Název BRZDOVÝ KLÍČ	
		Kreslil LUKÁŠ SMÍLEK			
		Schválil		Číslo dokumentu 2	
		Datum vydání DATUM			
diiní licence SolidWorks					
List /					

# PŘÍLOHA 3

Výkres vodící čep

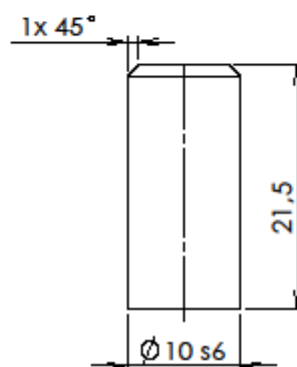






Struktura povrchu:  Ra 3,2 (✓)		Hrany:  -0,3		Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768-mK
					Tolerování ISO 8015
					Promítání 
Materiál 11 700	Polotovar	Ø10x43		Hmotnost 0,02 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
VUT FSI	Druh dokumentu VÝKRE SOUČÁSTI			Název	
	Kreslil LUKÁŠ SMÍLEK			VODÍČÍ ČEP	
	Schválil			Číslo dokumentu	
	Datum vydání 17.5 2014			3	
diální licence SolidWorks					
List /					

Studiiní licence SolidWorks  
Jen pro použití v akademických institucích

## PŘÍLOHA 4

Výkres vodící čep pro uchycení k rámu



Struktura povrchu: Ra 3,2 		Hrany:  -0,3  +0,3		Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768-mK Tolerování ISO 8015 Promítání 
Materiál 11 700	Polotovár	Ø 12x 24		Hmotnost 0,01 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
VUT FSI	Druh dokumentu	VÝKRE SOUČÁSTI		Název ČEP PRO UCHYCENÍ K RÁMU	
	Kreslil	LUKÁŠ SMÍLEK			
	Schválil			Číslo dokumentu 4	
	Datum vydání	17.5 2014			
diální licence SolidWorks					
List /					

Studiiní licence SolidWorks  
Jen pro použití v akademických institucích

## PŘÍLOHA 5 (1/2)

Nástrojový list

VUT FSI ÚST BRNO		NÁSTROJOVÝ LIST		DATUM VYDÁNÍ	
Vytvořil: LUKÁŠ SMÍLEK		Stroj: Doosan Puma 240MS		Číslo výkresu součástí:	Číslo listu: 1.
Pozice nástroje	Znázornění	Název nástroje	Výrobce	Materiál	
T1		VBD DNMA 150404	Pramet	T 305	
		Držák DJNR 2020 K11		RO	
T2		Vrták R850- 0760-30-A1A	Sandvik	HSS	
T3		Vrták R850- 0960-30-A1A	Sandvik	HSS	
T4		Vrták R850- 1150-30-A1A	Sandvik	HSS	
T5		Výstružník 16 2951 Ø8	Garant	HSS	
T6		Výstružník 16 2951 Ø10	Garant	HSS	
T7		Výstružník 16 2951 Ø12	Garant	HSS	
T8		Výstružník 16 2951 Ø12,2	Garant	HSS	
T9		VBD VCMT 160404E-FM	Pramet	T9325	
		Držák SVVCN 2020 K16		RO	

## PŘÍLOHA 5 (2/2)

### Nástrojový list

VUT FSI ÚST BRNO		NÁSTROJOVÝ LIST		DATUM VYDÁNÍ	
Vytvořil: LUKÁŠ SMÍLEK		Stroj: Doosan Puma 240MS		Číslo výkresu součástí:	Číslo listu: 2.
Pozice nástroje	Znázornění	Název nástroje	Výrobce	Materiál	
T10		Fréza 03E3S50-09A06 NEPU	Pramet	HSS PM	
T11		Fréza 10R4H75-22A10 NUPU	Pramet	HSS PM	
T12		Fréza 02B2R75-04A04 KERU	Pramet	HSS PM	
T13		Držák rádlovací nůž MFS 14.53	Octopus Tools	RO	
		Rádlovací kolečko		HSS	

## PŘÍLOHA 6

NC kód brzdový šít- soustružení

%	N170 G3 X130.5 Z-0.4 R2.4 F0.24
O0001	N175 G1 Z-4.
N10 G98 G18	N180 X131.68
N15 G21	N185 X140.882 F2.
N20 G50 S6000	N190 Z-2.482
N25 G28 U0.	N195 G0 Z1.405
(SOUSTRUEN PROFILU1)	N200 X133.723
N30 T0202	N205 G1 X128.699 F2.
N35 G54	N210 X125.871 Z-0.009
N40 M8	N215 G3 X126.5 Z-0.4 R0.4 F0.24
N45 G99	N220 G1 Z-6.
N50 G96 S24353 M3	N225 X136.88
N55 G0 X167.68 Z1.6	N230 X140.88 F2.
N60 G0 Z1.404	N235 G0 X167.68
N65 X140.015	N240 Z1.6
N70 G1 X136.508 F2.	N245 M9
N75 X133.68 Z-0.01	N250 G28 U0. W0.
N80 Z-4. F0.24	N255 M30
N85 X136.88	%
N90 G3 X137.66 Z-4.032 R2.4	
N95 G1 X141.662 F2.	
N100 Z-2.707	
N105 G0 Z1.404	
N110 X136.506	
N115 G1 X133.265 F2.	
N120 X130.436 Z-0.01	
N125 G3 X130.5 Z-0.4 R2.4 F0.24	
N130 G1 Z-4.	
N135 X135.68	
N140 X140.882 F2.	
N145 Z-2.482	
N150 G0 Z1.404	
N155 X133.724	
N160 G1 X133.265 F2.	
N165 X130.436 Z-0.01	

## PŘÍLOHA 7 (1/3)

NC kód brzdový šít- vrtání/vystružení

%	N130 T4 M06
O0002	N135 T5
(T3 D=11.5 CR=0. UKOS=118STUPNE - VRTK)	N140 S1000 M03
(T4 D=11.5 CR=0. UKOS=118STUPNE - VRTK)	N145 G69
(T5 D=7.6 CR=0. UKOS=118STUPNE - VRTK)	N150 M09
(T6 D=9.6 CR=0. UKOS=118STUPNE - VRTK)	N155 G00 X42.804 Y-17.079
(T9 D=8. CR=0. - VSTRUNK)	N160 G43 Z15. H04
(T11 D=10. CR=0. - VSTRUNK)	N165 G17
(T12 D=12. CR=0. - VSTRUNK)	N170 G00 Z5.
(T13 D=12.2 CR=0. - VSTRUNK)	N175 G81 X42.804 Y-17.079 Z-35.455 R5. F1000.
N10 G90 G94 G17 G49	N180 G80
N15 G21	N185 Z15.
N20 G28 G91 Z0.	N195 M05
N25 G90	N200 G28 G91 Z0.
(VRTK5)	N205 G90
N30 M09	(VRTK8)
N35 T3 M06	N210 M09
N40 T4	N215 M01
N45 S1000 M03	N220 T5 M06
N50 G54	N225 T6
N55 G69	N230 S1000 M03
N60 M09	N235 G69
N65 G00 X-0.554 Y2.079	N240 M09
N70 G43 Z15. H03	N245 G00 X-43.804 Y19.079
N75 G17	N250 G43 Z15. H05
N80 G00 Z5.	N255 G17
N85 G98 G81 X-0.554 Y2.079 Z-34.135 R5. F1000.	N260 G00 Z5.
N90 G80	N265 G81 X-43.804 Y19.079 Z-20.5 R5. F1000.
N95 Z15.	N270 G80
N105 M05	N275 Z15.
N110 G28 G91 Z0.	N285 M05
N115 G90	N290 G28 G91 Z0.
(VRTK7)	N295 G90
N120 M09	(VRTK10)
N125 M01	N300 M09



## PŘÍLOHA 7 (2/3)

NC kód brzdový šít- vrtání/vystružení

N305 M01	(VRTK13)
N310 T6 M06	N485 M09
N315 T13	N490 M01
N320 S1000 M03	N495 T12 M06
N325 G68.2 X0. Y0. Z0. A180. B0. C0.	N500 T9
N330 G53.1	N505 S1000 M03
N335 M09	N510 G69
N340 G00 X-43.804 Y14.921	N515 M09
N345 G43 Z45. H06	N520 G00 X42.804 Y-17.079
N350 G17	N525 G43 Z15. H12
N355 G00 Z35.	N530 G17
N360 G81 X-43.804 Y14.921 Z4. R29.5 F1000.	N535 G00 Z5.
N365 G80	N540 G85 X42.804 Y-17.079 Z-32. R5. F1000.
N370 Z45.	N545 G80
N380 M05	N550 Z15.
N385 G28 G91 Z0.	N560 M05
N390 G90	N565 G28 G91 Z0.
(VRTK12)	N570 G90
N395 M09	(VRTK14)
N400 M01	N575 M09
N405 T13 M06	N580 M01
N410 T12	N585 T9 M06
N415 S1000 M03	N590 T11
N420 G69	N595 S1000 M03
N425 M09	N600 G69
N430 G00 X-0.554 Y2.079	N605 M09
N435 G43 Z15. H13	N610 G00 X-43.804 Y19.079
N440 G17	N615 G43 Z15. H09
N445 G00 Z5.	N620 G17
N450 G85 X-0.554 Y2.079 Z-30.68 R5. F1000.	N625 G00 Z5.
N455 G80	N630 G85 X-43.804 Y19.079 Z-20.5 R5. F1000.
N460 Z15.	N635 G80
N470 M05	N640 Z15.
N475 G28 G91 Z0.	N650 M05
N480 G90	N655 G28 G91 Z0.

## PŘÍLOHA 7 (3/3)

NC kód brzdový šít- vrtání/vystružení

N660 G90

(VRTK15)

N665 M09

N670 M01

N675 T11 M06

N680 T3

N685 S1000 M03

N690 G68.2 X0. Y0. Z0. A180. B0. C0.

N695 G53.1

N700 M09

N705 G00 X-43.804 Y14.921

N710 G43 Z45. H11

N715 G17

N720 G00 Z35.

N725 G85 X-43.804 Y14.921 Z4. R29.5 F1000.

N730 G80

N735 Z45.

N745 M09

N750 G28 G91 Z0.

N755 G69

N760 G28 X0. Y0.

N765 M30

%

## PŘÍLOHA 8 (1/3)

NC kód brzdový klíč- soustružení

%	N150 Z-45.4 F0.
O0003	N155 X13.6
(T1 D=0. CR=0. - ZMIN=-9.663 - GENERAL TURNING)	N160 G18 G03 X14.99 Z-45.844 K-2.4
(T2 D=0. CR=0. - ZMIN=-69.4 - GENERAL TURNING)	N165 G01 X16.991 F2.
N10 G90 G94 G17 G49	N170 Z-44.998
N15 G21	N175 G00 Z0.404
N20 G28 G91 Z0.	N180 X14.413
N25 G90	N185 G01 X12.414 F2.
(SOUSTRUEN ELA1)	N190 X11. Z-1.01
N30 M09	N195 Z-45.4 F0.
N35 T2 M06	N200 X13.6
N40 T1	N205 G03 X14. Z-45.434 K-2.4
N45 S500 M03	N210 G01 X16.001 F2.
N50 G54	N215 Z-44.113
N55 M08	N220 G00 Z0.404
N60 G00 X30. Y0.	N225 X12.413
N65 G43 Z-8.955 H00	N230 G01 X10.414 F2.
N70 G00 Z0.414	N235 X9. Z-1.01
N75 X20.	N240 Z-43.334 F0.
N80 G01 X16.414 F2.	N245 G03 X9.5 Z-44.8 I-1.9 K-1.466
N85 X15. Z-1.	N250 G01 Z-45.4
N90 X-0.4	N255 X12.
N95 X1.014 Z0.414	N260 X15.601 F2.
N100 G00 X30.	N265 Z-43.882
N105 Z-8.955	N270 G00 Z0.404
N110 G17	N275 X10.413
(SOUSTRUEN PROFILU2)	N280 G01 X9.243 F2.
N115 M08	N285 X7.829 Z-1.01
N120 G00 Z-0.4	N290 G03 X8. Z-1.9 I-2.229 K-0.89 F0.
N125 X30. Y0.	N295 G01 Z-42.575
N130 Z0.404	N300 G03 X9.5 Z-44.8 I-0.9 K-2.225
N135 X16.167	N305 G01 Z-45.4
N140 G01 X14.414 F2.	N310 X10.
N145 X13. Z-1.01	N315 X15.601 F2.
	N320 Z-43.882

## PŘÍLOHA 8 (2/3)

NC kód brzdový klíč- soustružení

N325 G00 Z-5.986	N500 G90
N330 X10.	(SOUSTRUEN PROFILU3)
N335 G01 X9.414 F2.	N505 M09
N340 X8. Z-7.4	N510 M01
N345 G03 X7.678 Z-8.6 I-2.4 F0.	N515 T1 M06
N350 G01 X7.13 Z-9.551	N520 T2
N355 G03 X8. Z-11.4 I-1.53 K-1.849	N525 S500 M03
N360 G01 Z-42.575	N530 M08
N365 X9.	N535 G00 X30. Y0.
N370 X11. F2.	N540 G43 Z0. H00
N375 G00 Z0.404	N545 G00 Z-5.855
N380 X9.348	N550 X7.99
N385 G01 X6.797 F2.	N555 G01 X7.31 F2.
N390 X5.383 Z-1.01	N560 X5.896 Z-7.27
N395 Z-1.117 F0.	N565 G18 G03 X5.72 Z-7.381 I-0.296 K0.27 F0.
N400 X5.883 Z-1.617	N570 G01 X4.923 Z-7.633
N405 G03 X6. Z-1.9 I-0.283 K-0.283	N575 G02 X4.5 Z-8.5 I0.677 K-0.867
N410 G01 Z-7.4	N580 G01 Z-9.5
N415 G03 X5.946 Z-7.6 I-0.4	N585 G02 X4.512 Z-9.663 I1.1
N420 G01 X4.515 Z-10.08	N590 G01 X7.087 F2.
N425 G02 X5.6 Z-11. I1.085 K0.18	N595 G00 X30.
N430 G03 X6. Z-11.4 K-0.4	N600 Z0.
N435 G01 Z-44.4	N605 G17
N440 X7.1	N610 M05
N445 G03 X7.5 Z-44.8 K-0.4	N615 G28 G91 Z0.
N450 G01 Z-47.4	N620 G90
N455 X13.6	(SOUSTRUEN ELA2)
N460 G03 X14. Z-47.8 K-0.4	N625 M09
N465 G01 Z-69.4	N630 M01
N470 X15.6 F2.	N635 T2 M06
N475 G00 X30.	N640 S500 M03
N480 Z-0.4	N645 M08
N485 G17	N650 G00 X30. Y0.
N490 M05	N655 G43 Z-8.955 H00
N495 G28 G91 Z0.	N660 G00 Z0.414

## **PŘÍLOHA 8 (3/3)**

NC kód brzdový klíč- soustružení

N665 X20.

N670 G01 X16.414 F2.

N675 X15. Z-1.

N680 X-0.4 F0.

N685 X1.014 Z0.414 F2.

N690 G00 X30.

N695 Z-8.955

N700 G17

N705 M09

N710 G28 G91 Z0.

N715 G28 X0. Y0.

N720 M30

%

## PŘÍLOHA 9

### NC kód vodící čep- soustružení

%	N165 X13.98 F2.
O0005	N170 G0 X13.982
N10 G98 G18	N175 Z-4.146
N15 G21	N180 X13.6
N20 G50 S6000	N185 G1 X12.428 F2.
N25 G28 U0.	N190 X9.6 Z-5.56
(SOUSTRUEN ELA1)	N195 G3 X8. Z-6.691 R1.2 F0.15
N30 T0202	N200 G1 Z-9.429
N35 G54	N205 G3 X9.6 Z-10.56 R1.2
N40 M8	N210 G1 X9.98
N45 G99	N215 X13.98 F2.
N50 G96 S24353 M3	N220 G0 Z-6.691
N55 G0 X40. Z-8.955	N225 X13.185
N60 G0 Z0.414	N230 G1 X8. F2.
N65 X20.	N235 G3 X7.922 Z-6.704 R1.2 F0.15
N70 G1 X12.828 F2.	N240 G1 X7.4 Z-6.787
N75 X10. Z-1.	N245 Z-9.333
N80 X-0.8 F0.24	N250 X7.922 Z-9.416
N85 X2.028 Z0.414 F2.	N255 G3 X8.8 Z-9.666 R1.2
N90 G0 X40.	N260 G1 X13.343 F2.
N95 Z-8.955	N265 G0 X13.602
N100 G28 U0.	N270 Z0.804
(SOUSTRUEN PROFILU1)	N275 X12.312
N105 M1	N280 G1 X10.828 F2.
N110 T0101	N285 X8. Z-0.61
N115 M8	N290 Z-5.56 F0.15
N120 G99	N295 G3 X7.441 Z-5.941 R0.4
N125 G96 S26085 M3	N300 G1 X5.8 Z-6.2
N130 G0 X40. Z0.	N305 Z-9.92
N135 G0 Z0.749	N310 X7.441 Z-10.179
N140 X12.457	N315 G3 X8. Z-10.56 R0.4
N145 G1 X12.428 F2.	N320 G1 Z-41.65
N150 X9.6 Z-0.665	N325 X11.2 F2.
N155 Z-41.65 F0.15	N330 G0 X40.
N160 X9.98	N335 Z0.
N340 M9	N340 M9
N345 G28 U0. W0.	N345 G28 U0. W0.
N350 M30	N350 M30
	%

## PŘÍLOHA 10

NC kód čep pro uchycení k rámu- soustružení

%	N165 X13.892
O0007	N170 G1 X10.711 F1000.
N10 G98 G18	N175 X7.883 Z-1.01
N15 G21	N180 Z-1.059
N20 G50 S6000	N185 X9.883 Z-2.059
N25 G28 U0.	N190 G3 X10. Z-2.2 R0.2
(SOUSTRUEN ELA1)	N195 G1 Z-22.7
N30 T0101	N200 X13.6
N35 G54	N205 G0 X42.
N40 M8	N210 Z-0.2
N45 G98	(SOUSTRUEN ELA2)
N50 G97 S500 M3	N215 M8
N55 G0 X42. Z-9.629	N220 G98
N60 G0 Z0.414	N225 G97 S500 M3
N65 X22.	N230 G0 X42. Z-9.629
N70 G1 X14.828 F1000.	N235 Z0.414
N75 X12. Z-1.	N240 X22.
N80 X-0.4	N245 G1 X14.828 F1000.
N85 X2.428 Z0.414	N250 X12. Z-1.
N90 G0 X42.	N255 X-0.4
N95 Z-9.629	N260 X2.428 Z0.414
(SOUSTRUEN PROFILU1)	N265 G0 X42.
N100 M8	N270 Z-9.629
N105 G98	N275 M9
N110 G97 S500 M3	N280 G28 U0. W0.
N115 G0 Z-0.2	N285 M30
N120 X42.	%
N125 Z0.404	
N130 X14.581	
N135 G1 X13.443 F1000.	
N140 X10.614 Z-1.01	
N145 X11.297 Z-1.351	
N150 X11.98	
N155 X15.98	
N160 G0 Z0.404	



